

Внутренние структуры и упругие свойства концентрированных магнитореологических суспензий

Чириков Д. Н.¹, Зубарев А. Ю.^{1, 2}

¹Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

²Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

Электронная почта ответственного автора: d.n.chirikov@urfu.ru

Магнитореологические суспензии (МРС) представляют собой суспензии намагничивающихся неброуновских микронных частиц в жидкости-носителе. Сильная зависимость физических свойств МРС от приложенного магнитного поля объясняется объединением частиц в анизотропные структуры, ориентированные вдоль поля. Когда эти структуры перекрывают камеру с МРС и образуют «мостики» между противоположными стенками камеры, реологическое состояние системы изменяется качественно – от жидкого к квазиупругому.

Цель этой работы – развитие компьютерной модели и исследование зависимости сдвигового упругого напряжения в концентрированных МРС как функции от стационарной сдвиговой деформации. Задача была решена с помощью программного пакета с открытым исходным кодом ESPResSo [1]. Развита компьютерная модель основана на численном решении системы обыкновенных дифференциальных уравнений движения частиц.

Результаты демонстрируют немонотонную зависимость напряжения от сдвига. Причиной такого немонотонного поведения является разрушение внутренних структур при достаточно большом сдвиге, что приводит к уменьшению макроскопического напряжения.

Стоит отметить, что качественная немонотонная зависимость напряжения от сдвига была теоретически описана в работе [2] на основе модели с системой дискретных эллипсоидальных агрегатов. Тем не менее, никто еще не выполнял компьютерные расчеты со структурами в форме лабиринта, которые оказываются более характерными для концентрированных систем. Максимальное значение напряжения связано со статическим пределом текучести, равным пороговому приложенному напряжению, соответствующему переходу от режима упругости к режиму течения в МРС.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проекты 18-08-00178, 19-52-45001 и 20-02-00022 и Государственной программе министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект FEUZ-2020-0051. Также мы выражаем благодарность профессору Кристиану Хольму и его исследовательской группе за ценные советы относительно программного обеспечения ESPResSo.

[1] <http://espressomd.org/wordpress/>

[2] G. Bossis, E. Lemaire and O. Volkova // J. Rheol. 41(3), 687-704 (1997).